



La revue francophone sur les fourrages et les prairies

The French Journal on Grasslands and Forages

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Francophone pour les Prairies et les
Fourrages

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.fr



AFPF - Maison Nationale des Eleveurs - 149 rue de Bercy - 75595 Paris Cedex 12
Tel. : +33.(0)7.69.81.16.62 - Mail : contact@afpf-asso.fr

Association Francophone pour les Prairies et les Fourrages

Dynamique à long terme des adventices dans des rotations prairies-cultures. 2. Effets du mode d'exploitation de la prairie, fauche ou pâturage.

F. Gastal¹, M. Z. Schuster², J. Chargelègue¹

La présence de prairies temporaires dans les rotations est bénéfique à plusieurs services écosystémiques. Notamment, la présence de prairies temporaires pourrait réduire l'abondance en adventices durant les phases de culture, permettant ainsi de limiter l'usage d'herbicides. Toutefois, le mode d'exploitation de la prairie est susceptible de modifier son effet.

RESUME

L'objectif de l'étude était d'évaluer l'effet du mode d'exploitation de la prairie, fauche ou pâturage, sur la dynamique des adventices dans des rotations prairie-cultures. L'étude a été conduite sur un dispositif expérimental de longue durée. Les traitements expérimentaux comprenaient des prairies de 6 ans en rotation avec une succession de cultures de 3 ans (maïs, blé d'hiver, orges d'hiver) et des prairies permanentes. Chacun des 2 types de prairie était soumis à un régime soit de fauche, soit de pâturage tournant par des vaches laitières. Les résultats montrent que l'abondance et la diversité des espèces adventices était plus grande dans les prairies pâturées que dans les prairies fauchées. En conséquence, lors de la première année de culture qui suivait la phase de prairie de la rotation prairie-cultures, l'abondance en adventices était plus grande lorsque la prairie avait été pâturée que lorsqu'elle avait été fauchée. Cet effet s'estompait dans la deuxième année de culture. Une prairie pâturée semble donc moins efficace qu'une prairie fauchée pour réduire l'abondance des adventices dans les phases de cultures annuelles des rotations prairies-cultures.

SUMMARY

Long-term dynamics of weeds in grassland-crop rotations. 2. Effects of the mode of exploitation of the meadow, mowing or grazing.

The objective of the study was to evaluate the effect of the mode of exploitation of the grassland, mowing or grazing, on the dynamics of weeds in grassland-crop rotations. The study was conducted in a long-term experimental design. The experimental treatments included 6-year grasslands in rotation with a 3-year crop succession (corn, winter wheat, winter barley) and permanent grasslands. Each of the 2 grassland types was subjected to either a mowing or a rotational grazing regime by dairy cows. The results show that the abundance and diversity of weed species was greater in the grazed grasslands than in the mowed grasslands. As a result, in the first crop year following the grassland phase of the grassland-crop rotation, weed abundance was greater when the grassland had been grazed than when it had been mowed. This effect diminished in the second year of cropping. Thus, a grazed grassland appears to be less effective than a mowed grassland in reducing weed abundance in the annual cropping phases of grass-crop rotations.

La présence de prairies temporaires dans les rotations de cultures permet de diversifier et d'augmenter les services écosystémiques que peuvent rendre ces rotations (Franzluebbers, 2007; Russelle *et al.*, 2007; Lemaire *et al.*, 2014, 2015). Les rotations prairie-cultures permettent notamment d'améliorer la qualité de l'eau (Kunrath *et al.*, 2015), le stockage de carbone (Creme *et al.*, 2020), le cycle des minéraux (Justes *et al.*, 2001 ; Angus *et al.*, 2006) et d'enrichir la biodiversité (Bretagnolle *et al.*, 2020). Un article compagnon (Gastal *et al.*, 2023) a montré que des rotations de prairies temporaires de graminées

exploitées en fauche et de cultures annuelles, permettent aussi de limiter l'abondance en adventices durant les phases en culture, et constituent un levier potentiel pour envisager de réduire l'usage des herbicides. Par adventice nous entendons toute espèce non semée observée dans les couverts de prairies ou de cultures.

Plusieurs études internationales montrent que des prairies exploitées en pâturage et insérées dans des rotations de prairies et de cultures peuvent également limiter le développement des adventices durant les phases de culture (Tracy et Davis, 2009 ; Miller *et al.*,

AUTEURS

1 : INRAE, UE FERLUS, 86600 Lusignan, francois.gastal.inra@orange.fr

2 : Department of Crop Production and Protection, Federal University of Paraná, 1540 Rua dos funcionários Road, Curitiba, PR 80035-060, Brazil

MOTS-CLES : rotations, adventices, prairies temporaires, prairies permanentes semées, fauche, pâturage, cultures, arrière-effets

KEY-WORDS: rotations, weeds, temporary grasslands, sown permanent grasslands, mowing, grazing, crops, back effects

REFERENCE DE L'ARTICLE : Gastal F., Schuster M. Z., Chargelègue J., (2022). « Dynamique à long terme des adventices dans des rotations prairies-cultures. 2. Effets du mode d'exploitation de la prairie, fauche ou pâturage ». *Fourrages* 252, 55-62

2014 ; Schuster *et al.*, 2016 ; Schuster *et al.*, 2018). Toutefois les études incluant des prairies pâturées en rotation sont très peu nombreuses et il s'agit souvent de prairies pâturées de courte durée, dans des systèmes brésiliens alternant prairie et culture dans la même année (Schuster *et al.*, 2016 ; Schuster *et al.*, 2018) ou dans des systèmes d'Amérique du Nord avec des phases prairie d'une seule année (Miller *et al.*, 2014) ou moins (Tracy et Davis, 2009).

Le présent article aborde la question de l'effet comparé du mode d'exploitation, fauche ou pâturage des prairies, sur la dynamique et l'abondance des adventices dans les rotations prairies-cultures ayant des phases de prairie de plus longue durée que celles mentionnées précédemment dans la littérature, comme on peut les trouver dans nombre de nos systèmes de polyculture-élevage français. En première hypothèse, on peut supposer que l'arrière-effet de la phase en prairie sur la pression en adventices durant la phase de culture dépend de la diversité, de la nature des espèces et de l'abondance de la flore adventice qui s'est développée durant la phase en prairie. La littérature sur le sujet montre qu'un pâturage modéré crée une hétérogénéisation du couvert végétal, conduisant à des conditions généralement favorables à l'apparition et au développement d'une diversité d'espèces végétales (Bullock *et al.*, 1994 ; Plantureux *et al.*, 2005 ; de Cauwer et Reheul, 2009). Toutefois les résultats souvent contradictoires rapportés dans la littérature indiquent que l'effet du pâturage sur la diversité végétale est complexe (Jouven et Baumont, 2008 ; Dumont et Tallwin, 2011). Une intensité de pâturage excessive peut aussi diminuer la diversité végétale en raison de l'effet négatif d'une défoliation animale trop forte sur la croissance et la multiplication végétative et sexuée de nombreuses espèces végétales. L'effet du pâturage sur la dynamique des espèces végétales dépend aussi des caractéristiques de prélèvement et des choix alimentaires de l'espèce animale (Dumont et Tallwin, 2011). De son côté, la fauche est favorable à la diversité végétale et plus globalement à la biodiversité lorsqu'elle est peu fréquente (Talle *et al.*, 2015), mais devient défavorable si elle est trop fréquente (Plantureux *et al.*, 2005). Une gestion mixte alternant fauche et pâturage peu fréquents semble le mode de gestion le plus

bénéfique à la diversité végétale (Plantureux *et al.*, 2005).

L'objectif de la présente étude est d'évaluer si et comment le mode d'exploitation, fauche ou pâturage de prairies semées en rotation avec des cultures, affecte : a) l'abondance et la composition en adventices durant la phase en prairie après 12 années de traitement, et b) l'arrière-effet sur l'abondance en adventices durant la phase de culture suivante. Les effets de la fauche et du pâturage sont étudiés ici sur une prairie de graminées, en rotation avec des cultures. Ils sont comparés à l'effet de la fauche et du pâturage sur une prairie semée maintenue permanente.

La présente étude a été réalisée sur le dispositif d'observation à long terme ACBB (Agro-écosystèmes, Cycles Biogéochimiques et Biodiversité ; <https://www.soere-acbb.com/>) de Lusignan, qui a pour objectif d'évaluer les cycles des éléments biogéochimiques et la biodiversité de prairies insérées dans différentes modalités de rotations prairies-cultures annuelles.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Dispositif et traitements expérimentaux

Les traitements expérimentaux de la présente étude comprennent 4 modalités (Tableau 1), permettant de comparer l'effet de la fauche (P1, P2) et du pâturage (P3, P4) sur prairie permanente semée (P2, P4) et sur des rotations de prairies de 6 ans avec des cultures annuelles (P1, P3), en succession durant 3 années (maïs, blé tendre d'hiver, orge d'hiver). Le dispositif et les traitements expérimentaux ont été mis en place en 2005 et sont suivis depuis lors.

Les prairies ont été semées au printemps, sur la base d'un mélange de fétuque élevée (*cv. Soni*), dactyle (*cv. Ludac*) et raygrass anglais (*cv. Milca*), à une densité de 10, 12 et 5 kg/ha respectivement. Dans nos conditions expérimentales d'étés relativement secs, le raygrass anglais, qui était largement présent durant l'année d'implantation, a fortement régressé au cours des 3 à 4 années suivantes. Ainsi durant la quatrième année des prairies, le raygrass anglais avait disparu

Traitement expérimental		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
P1	Fauche	Prairie 6 ans/ cultures		Prairie 6 ans (Phase 1)				Mais	Blé	Orge	Prairie 6 ans				(Phase 2)		Mais	Blé	Orge
		Prairie permanente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
P3	Pâturage	Prairie 6 ans/ cultures		Prairie 6 ans (Phase 1)				Mais	Blé	Orge	Prairie 6 ans				(Phase 2)		Mais	Blé	Orge
		Prairie permanente		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

TABLEAU 1 : Traitements expérimentaux appliqués sur la période d'étude. M : maïs grain. B : blé tendre d'hiver. O : orge d'hiver. Cases hachurées en noir : années et traitements d'analyse de la flore adventice.

Table 1 : Experimental treatments applied during the study period. M: grain corn. B: soft winter wheat. O: winter barley. Boxes hatched in black: years and weed analysis treatments.

presque complètement sur les prairies en fauche (P1, P2) et était observé à seulement 5 %, en biomasse tout comme en abondance, sur les prairies pâturées (P3, P4). Sur la prairie permanente pâturée, le raygrass anglais continuait à décroître après la quatrième année de la prairie, pour disparaître presque complètement après la dixième année. La fétuque élevée et le dactyle se sont maintenus de manière relativement équilibrée, dans des proportions proches de 45 % et 55 % respectivement, sur tous les traitements expérimentaux. Diverses espèces autres que celles semées se sont installées progressivement au cours des années. Ces espèces, dénommées ici adventices, font l'objet de la présente étude.

Le sol est un sol brun argilo-limoneux profond (Cambisol), à pH compris entre 6,2 et 6,8. Le site est soumis à un climat de type océanique, caractérisé par des hivers relativement doux, une pluviométrie moyenne annuelle de 698 mm sur les 30 dernières années et une sécheresse estivale marquée se prolongeant plus ou moins longtemps sur l'automne, selon les années. Afin d'homogénéiser la zone expérimentale, une culture d'orge a été conduite sur l'ensemble de la surface durant les deux années précédant la mise en place des traitements expérimentaux.

Les modalités expérimentales P1 à P4 ont été chacune appliquées sur une parcelle de 3 à 4 ha, permettant de gérer le pâturage et, au-delà du cadre de cet article, d'effectuer des mesures de gaz à effet de serre par « tour à flux ». Compte tenu de la dimension importante des parcelles, on dispose de répétitions intra-parcelle des mesures, mais les parcelles ne sont pas répliquées proprement dit. Les traitements P1 et P2, conduits en fauche, sont équivalents aux traitements T3 et T5 déjà décrits dans un article compagnon (Gastal *et al.*, 2023), mais appliqués sur des parcelles de plus petite taille.

Les parcelles fauchées ont généralement été fauchées 3 à 4 fois par an selon les conditions météorologiques. Les parcelles pâturées ont été exploitées en pâturage tournant de bovins en production laitière, à un chargement instantané moyen compris entre 15.5 et 18.5 UGB/ha, une durée de pâturage de 3 à 6 jours par cycle et 6 à 9 cycles de pâturage par an, également selon les conditions météorologiques et la disponibilité en herbe qui en résultait. Ces conditions représentent des conditions de pâturage relativement intensif mais équilibré au sens de Delagarde *et al.* (2017). Les parcelles ont reçu une fertilisation N à des doses annuelles moyennes de 103, 201 et 82 kg N minéral/ha respectivement sur les cultures annuelles, les prairies fauchées et les prairies pâturées. La fertilisation PK a été gérée selon les modalités décrites dans l'article compagnon (Gastal *et al.*, 2023). Afin de limiter l'envahissement à long terme par les adventices, des traitements herbicides ont été appliqués sur les cultures annuelles uniquement. Ainsi, un traitement herbicide antidicotylédones a généralement été appliqué durant la fin de l'hiver ou le début du printemps, et un

traitement antigraminées a parfois été appliqué à l'automne. Les herbicides appliqués avaient des spectres d'efficacité antidicotylédones et antigraminées assez larges pour contrôler le cortège d'espèces adventices présentes chaque année. Des rattrapages ont parfois été nécessaires pour maîtriser des adventices à levée plus tardive et échelonnée comme le chardon. Dans une année donnée, les traitements herbicides ont été identiques sur toutes les parcelles en culture (P1 et P3, années 2011 à 2013 et 2020 à 2022). En revanche, les prairies n'ont reçu aucun traitement herbicide.

1.2. Caractérisation de la flore adventice

Les relevés floristiques sur les prairies ont été réalisés en avril 2017, un peu avant leur première fauche de l'année. Durant cette année 2017, les prairies en rotation (traitements P1 et P3) étaient dans la quatrième année après leur semis en seconde rotation, réalisé en 2014. Dans la séquence des rotations prairies-cultures, ces prairies représentaient la seconde phase de prairie (2014-2019, cf tableau 1). Sur les cultures annuelles suivantes, les relevés floristiques ont été réalisés deux fois par an, en 2020 (maïs) et 2021 (blé). Le premier relevé de chacune de ces deux années a été fait en fin d'hiver pour le blé et en fin de printemps pour le maïs, et le second relevé a été fait après la récolte (début août pour le blé, octobre pour le maïs). Les relevés floristiques sur culture ont été réalisés avant application des traitements herbicides.

Chaque parcelle a été divisée en 3 blocs de surface équivalente. Sur chaque bloc, 13 points de relevé ont été répartis le long des deux diagonales, de manière approximativement équidistante. En chaque point, les espèces adventices présentes dans un anneau de 0,25 m² ont été identifiées et leur abondance a été enregistrée à l'aide d'une échelle adaptée de Barralis. Ainsi les notes de 0 à 4 correspondent respectivement à des abondances de 0, 1, 2 à 5, 6 à 12, et plus de 12 individus par espèce dans la surface du cercle. L'abondance a ensuite été convertie en individus par m² en affectant la valeur minimale de chaque classe (0, 4, 8, 24, 48 individus par m²). Lorsque deux relevés ont été faits par année (cas des cultures), l'abondance annuelle retenue pour chaque espèce et chaque point est la valeur maximale d'abondance de chacun des 2 relevés. Les données des 13 points de relevé par bloc ont été combinées pour calculer le nombre et l'abondance des espèces à l'échelle du bloc, qui constitue ici l'unité expérimentale.

Dans l'objectif d'une analyse plus fonctionnelle et en s'inspirant de l'approche de Meiss *et al.* (2010), les espèces ont été réparties en types fonctionnels d'une part selon leur cycle de vie (annuel, bisannuel ou pérenne) et d'autre part selon leur port (rosette, dressé, graminioïde, grimpant ou en touffe).

1.3. Analyse des données

Les données d'abondance se distribuaient selon une loi binomiale négative. De ce fait elles ont été traitées selon un modèle linéaire généralisé adapté, avec la fonction `glm.nb` de R (package MASS). Les données de nombre d'espèce suivaient une loi normale et ont été analysées avec la fonction `glm` de R.

Les comparaisons de moyenne ont été effectuées avec la fonction `emmeans`, au seuil de 5 % sauf si indiqué autrement.

2. Résultats

2.1. Adventices de la phase de prairie

L'abondance totale en espèces adventices mesurée en 2017 différait significativement entre traitements (Figure 1A). Elle était plus élevée pour la prairie permanente pâturée (P4) que pour la prairie permanente conduite en fauche (P2) et pour les prairies en rotation, pâturée (P3) ou fauchée (P1). Quoique de manière statistiquement non significative, la prairie en rotation et conduite en fauche (P1) avait tendance à avoir une abondance en adventices plus faible que la prairie permanente fauchée (P2) et que la prairie en rotation pâturée (P3).

La richesse spécifique (Figure 1B) était plus élevée sur les deux traitements de prairie pâturée (P3 et P4) que sur les traitements de prairies conduites en fauche (P1, P2).

Un total de 15 espèces adventices a pu être observé sur l'ensemble des parcelles en 2017. Leur présence selon les traitements est donnée dans le Tableau 2.

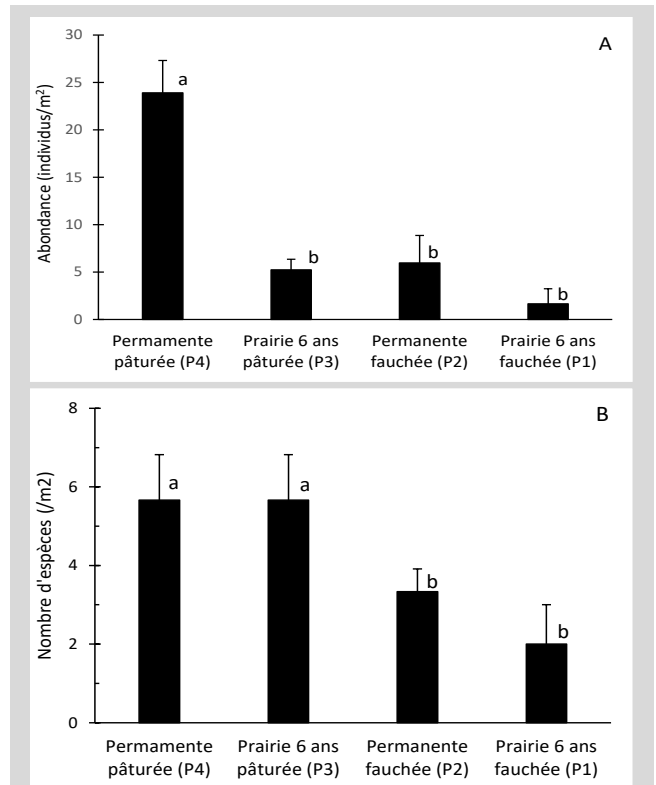


FIGURE 1 : Abondance totale (A) et diversité spécifique (B) moyennes mesurées en 2017 sur les quatre traitements expérimentaux. Des lettres différentes indiquent des différences significatives au seuil de 5 %. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard.

Figure 1 : Average total abundance (A) and specific diversity (B) measured in 2017 on the four experimental treatments. Different letters indicate significant differences at the 5 % threshold. Error bars represent standard error.

Espèces	Types fonctionnels	Gestion de la prairie					
		Cycle de vie	Port	Permanente pâturée (P4)	Prairie 6 ans pâturée (P3)	Permanente fauchée (P2)	Prairie 6 ans fauchée (P1)
<i>Agrostis stolonifera</i> +sp.	Agrostide stolonifère	P	G				X
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Arabette	A	R		X		
<i>Cirsium arvense</i>	Chardon des champs	P	R		X		
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Euphorbe réveil matin	A	D				X
<i>Picris echioides</i>	Picride fausse vipérine	B	R	X	X	X	X
<i>Picris hieracioides</i>	Picride fausse épervière	B	R	X			X
<i>Plantago sp.</i>	Plantain	P	R		X		
<i>Poa annua</i>	Paturin annuel	A	G	X	X	X	X
<i>Poa trivialis</i>	Paturin commun	P	G	X	X		
<i>Fallopia convolvulus</i>	Renouée faux liseron	A	C	X		X	
<i>Polygonum persicaria</i>	Renouée persicaire	A	D			X	
<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit	P	R	X	X	X	
<i>Trifolium sp.</i>	Trèfle	P	T			X	
<i>Verbena officinalis</i> +sp.	Verveine officinale	B	D		X		
<i>Veronica serpyllifolia</i>	Véronique à feuille de serpolet	A	T	X			

TABLEAU 2 : Espèces présentes (X) sur les quatre traitements expérimentaux. Cycle de vie : A: annuel, B : bisannuelle, P : pérenne. Port : G : graminioïde ; R : rosette ; T : en touffe ; D : dressé ; C : grimpant.

Table 2 : Species present (X) on the four experimental treatments. Life cycle: A: annual, B: biennial, P: perennial. Growth habit: G: graminoid; R: rosette; T: clump; D: upright; C: climbing.

Gestion de la prairie	Espèces			
	Picride fausse vipérine	Paturin annuel	Paturin commun	Pissenlit
Permanente pâturée (P4)	4,92 (0,81) a	6,67 (1,53) a	2,77 (0,31) a	8,62 (2,15) a
Prairie 6 ans pâturée (P3)	0,31 (0,18) b	1,44 (0,41) b	2,15 (0,47) a	0,62 (0,18) b
Permanente fauchée (P2)	0,62 (0,36) b	1,33 (1,04) b	0,00 (0,00) b	1,54 (0,31) b
Prairie 6 ans fauchée (P1)	0,10 (0,10) b	0,52 (0,51) b	0,00 (0,00) b	0,00 (0,00) b

TABLEAU 3 : Effet des traitements sur l'abondance moyenne des espèces adventices dominantes (erreur standard entre parenthèses). Des lettres différentes par espèce indiquent une différence significative entre traitements au seuil de 5 %.

Table 3 : Effect of treatments on average abundance of dominant weed species (standard error in parentheses). Different letters per species indicate a significant difference between treatments at the 5 % threshold.

Parmi ces 15 espèces, quatre d'entre elles étaient dominantes : la picride fausse vipérine, le pâturin annuel, le pâturin commun et le pissenlit. Leur abondance représentait 86 % de l'abondance totale en adventices. L'abondance de chacune des autres espèces était inférieure à 2 %.

Les abondances des espèces picride fausse vipérine, pâturin annuel et pissenlit étaient plus élevées sur le traitement prairie permanente pâturée (P4) que sur les trois autres traitements (Tableau 3). L'abondance de pâturin commun était plus élevée sur les deux

traitements de prairie pâturée (P3, P4) que sur les deux traitements de prairies en fauche (P1, P2). L'abondance des autres espèces ne différait pas significativement entre les traitements.

La répartition des espèces adventices présentes selon leurs types fonctionnels montre que le traitement de prairie permanente pâturée (P4) avait une abondance plus élevée en espèces à port en rosette que les autres traitements, aussi bien en valeur absolue qu'en valeur relative (Figure 2A, B). Concernant le cycle de vie, le traitement de prairie permanente avait une abondance

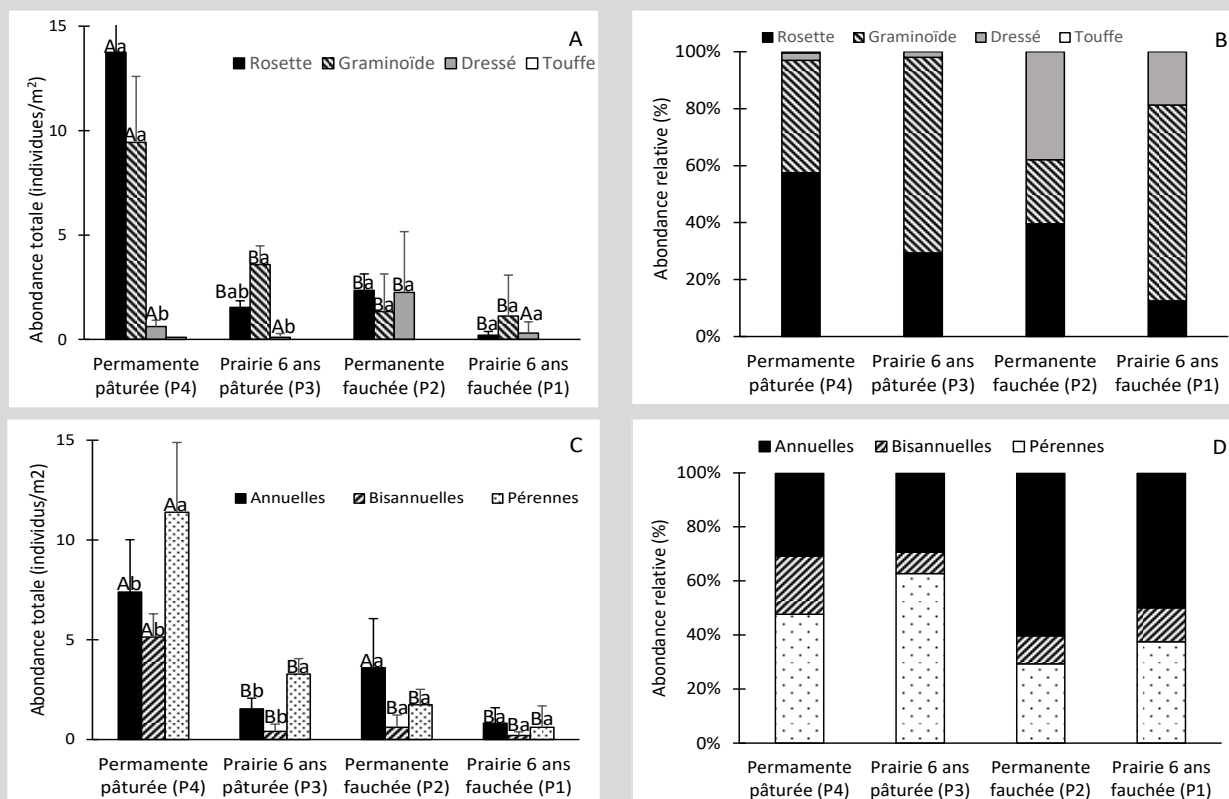


FIGURE 2 : Répartition de l'abondance (A, C) et de la proportion d'abondance (B, D) totales en espèces adventices selon leur type fonctionnel. A, B : typologie de port (rosette, graminoid, dressé, en touffe). C, D : typologie de durée de vie (pérennes, bisannuelles, annuelles). Des lettres majuscules différentes indiquent des différences significatives au seuil de 10% entre traitements. Des lettres minuscules différentes indiquent des différences significatives au seuil de 10 % entre types fonctionnels.

Figure 2 : Distribution of total abundance (A, C) and proportion of abundance (B, D) in weed species according to their functional type. A, B: habit typology (rosette, graminoid, upright, clump). C, D: life span typology (perennial, biennial, annual).

plus élevée que les autres traitements pour tous les types (Figure 2C). En valeur relative (Figure 2D), les deux traitements de prairies pâturées (P3, P4) avaient une proportion d'abondance en espèces pérennes plus élevée que les traitements de prairies fauchées (P1, P2). Inversement, elles avaient une proportion d'abondance en espèces annuelles plus faible.

2.2. Adventices de la phase de cultures annuelles

Durant la première année de la phase de culture annuelle de la seconde rotation (2020, maïs), l'abondance totale en adventices (Tableau 4) était plus élevée sur la culture après prairie pâturée (P3) qu'après prairie permanente fauchée (P1). Sur la culture annuelle suivante (2021, blé d'hiver), on ne notait plus de différence significative.

	2020	2021
P1: précédent prairie fauchée	94,5 (7,6) b	32,9 (5,1) A
P3: précédent prairie pâturée	143,7 (17,0) a	25,8 (3,1) A

TABLEAU 4 : Abondance totale en adventices (nombre d'individus/m²) durant la phase de cultures annuelles suivant une phase de prairie fauchée (P1) ou pâturée (P3). Années 2020 : maïs ; 2021 : blé d'hiver. Des lettres différentes indiquent des différences significatives par année au seuil de 5 %. L'erreur standard est indiquée entre parenthèse.

Table 4 : Total weed abundance (number of individuals/m²) during the annual crop phase following a mowed (P1) or grazed (P3) grassland phase. Years 2020: corn; 2021: winter wheat. Different letters indicate significant differences per year at the 5 % level. Standard error is indicated in parentheses.

3. Discussion

Les parcelles fauchées de la présente étude représentaient le même traitement que les parcelles T3 et T5 de l'étude compagne en fauche (Gastal et al., 2023). Les niveaux d'abondance totale et de diversité en espèces observés dans la présente étude étaient proches de ceux observés dans l'étude compagne, en 2017. L'observation dans la présente étude que l'abondance totale tend à être un peu plus élevée sur la prairie permanente semée fauchée (P2), âgée ici de 12 ans, que sur la prairie en rotation fauchée (P1), âgée ici de 4 ans, s'accorde bien avec le fait que l'étude compagne montrait qu'au-delà de sa phase d'installation et à partir de 8-10 ans d'âge, l'abondance et la diversité en adventices augmente lentement mais significativement. Cette observation rejoint des résultats obtenus en Angleterre et au Pays de Galles (Hopkins et al., 1988) et correspond aussi à ceux de Vertès et al. (2022), qui

montraient sur un réseau de prairies du Grand-Ouest que la proportion d'adventices augmente avec l'âge des prairies, alors que la proportion d'espèces semées diminue.

Le pâturage crée une augmentation nette de l'abondance et de la diversité de la flore adventice. En effet, les résultats de la présente étude montrent que l'abondance totale en adventices était plus élevée sur la prairie permanente pâturée (P4) que sur la prairie permanente fauchée (P2). Sur les prairies temporaires, l'abondance totale avait également tendance à être plus élevée en pâturage (P3) qu'en fauche (P1), même si la différence n'était statistiquement pas significative. De plus, le nombre d'espèces adventices était plus élevé sur les deux traitements pâturés, aussi bien pour la prairie permanente que pour la prairie temporaire, que sur les deux traitements de prairies en fauche. L'effet du mode d'exploitation, fauche ou pâturage, sur la diversité végétale des prairies est un sujet qui a été très débattu dans la littérature. Sur prairies intensives et semi-naturelles, le pâturage conduit généralement à une plus grande diversité en espèces végétales s'il est modéré (Bullock et al., 1994; Olff et Ritchie, 1998 ; Renne et Tracy, 2013 ; Plantureux et al., 2005). Les résultats de la présente étude, obtenus sur des prairies semées de plus ou moins longue durée, s'accordent donc avec ces données de la littérature. On peut toutefois noter que le panel d'espèces considérées comme adventices dans la présente étude était plus limité que la diversité végétale qu'on peut rencontrer sur d'autres prairies semi-naturelles ou *a fortiori* en prairie permanente. Par ailleurs, le type d'animal pâturant, le mode de pâturage et la fréquence de fauche ou de pâturage dans l'année, sont également des facteurs qui peuvent impacter directement la diversité végétale des prairies (Plantureux et al., 2005 ; Dumont et Tallowin, 2011). Les résultats obtenus ici en pâturage tournant de bovins laitiers, peuvent donc avoir une certaine spécificité par rapport au pâturage par d'autres herbivores ou par rapport à d'autres modes de pâturage.

L'ouverture plus fréquente du couvert par le pâturage, son hétérogénéisation spatiale à travers la création de patchs liés au choix alimentaire et aux déjections animales, conjugués à l'effet possible du piétinement, sont des facteurs favorables à l'installation et au développement des nouvelles espèces végétales (Plantureux et al., 2005 ; Dumont et Tallowin, 2011). Ces processus expliquent la plus grande diversité et la plus grande abondance en adventices observées sur les prairies pâturées que sur les prairies fauchées de la présente étude.

L'évolution des types fonctionnels d'espèces végétales s'est traduite dans la présente étude par le développement sur les parcelles pâturées d'une flore adventice plus riche en espèces à port en rosette et graminioïde, et plus riche en espèces pérennes que sur les parcelles en fauche. Inversement, sur les parcelles en fauche on a observé une proportion d'espèces

annuelles et d'espèces à port dressé plus importante. Les graminées sont des espèces plus adaptées à l'herbivorie que les dicotylédones (Briske, 1996), le méristème de leurs feuilles étant situé à leur base, près du sol. De la même manière, les espèces en rosette, avec leurs feuilles étalées près de la surface du sol, échappent plus facilement à la défoliation que les espèces à port plus dressé. Ces caractères de protection par rapport à la défoliation expliquent la plus grande proportion d'espèces graminoides et d'espèces en rosette dans les parcelles pâturées de la présente étude, soumises à deux fois plus de défoliations par an que les parcelles fauchées. Les espèces en rosette observées dans la présente étude (pissenlit, plantain, crépides) sont également des espèces rapportées comme indicatrices de pâturage intensif voire de surpâturage dans les guides techniques sur les prairies (Hubert et Pierre, 2019 ; Crémer, 2014).

L'augmentation de la proportion d'espèces pérennes sur les parcelles pâturées est moins simple à expliquer. Dans le cortège d'espèces adventices observé dans la présente étude, les espèces en rosette sont souvent aussi des espèces pérennes. La plus grande proportion d'espèces pérennes observée en pâturage pourrait donc n'être que corrélative du caractère de port en rosette plus important en pâturage. Les espèces pérennes sont également celles qui apparaissent favorisées avec la durée ou l'âge de la prairie dans l'étude compagne sur prairie fauchée (Gastal *et al.*, 2023). Les deux facteurs, âge et durée de la prairie d'une part, et pâturage d'autre part, semblent donc se conjuguer pour amplifier la dynamique de la flore adventice et conduire au fait que la prairie permanente semée et pâturée est celle qui est la plus envahie d'adventices après 12 années de traitement, par rapport aux trois autres traitements. Le contraste semble encore plus marqué après 15-17 années, d'après les observations visuelles complémentaires ayant été faites dans les années 2021-22.

Ce développement d'espèces adventices sur la prairie permanente pâturée peut également être à l'origine de sa baisse progressive de productivité entre son installation en 2005 et ces dernières années, comme décrit dans Gastal *et al.* (2022). En effet, la majorité des espèces adventices qui sont apparues, notamment les picrides, pâturin annuel, pissenlit, sont des espèces moins productives que les espèces fétuque élevée, dactyle, qui ont été semées et se sont maintenues (e-FLORA-sys).

Concernant l'arrière-effet du mode de gestion de la phase prairie sur l'abondance en adventices dans la phase culture suivante, les résultats de la présente étude indiquent que l'abondance en adventices durant la première année de la phase en culture (maïs) était plus élevée lorsque la prairie a été pâturée que lorsqu'elle a été fauchée. Ce résultat s'explique très probablement par héritage du fait que l'abondance et la diversité en adventices étaient plus élevées sur la prairie pâturée que sur la prairie fauchée, comme nous l'avons

observé en 2017 (4^{ème} année de la phase prairie précédente). Toutefois, l'effet du mode de gestion de la prairie disparaît en seconde année de culture (blé). Il serait nécessaire de poursuivre la caractérisation des adventices sur les phases prairie et cultures de la rotation suivante, pour vérifier si l'arrière-effet de la prairie pâturée sur les adventices des phases cultures suivantes est effectivement moins durable que l'arrière-effet de prairies fauchées décrit dans l'étude compagne (Gastal *et al.*, 2023). Il faut aussi rappeler ici que dans le protocole adopté, une application d'herbicides était faite durant les phases de culture, pour éviter le risque d'un envahissement incontrôlé des parcelles par les adventices sur ce dispositif de longue durée. La disparition de l'arrière-effet du mode de gestion de la prairie sur l'abondance en adventices observé durant la seconde année de culture, peut-être la conséquence du désherbage chimique fait durant la première année de culture. Autrement dit, le contraste entre les abondances en adventices sur culture selon le mode de gestion antérieur, fauche ou pâturage de la prairie, serait probablement plus important en l'absence de désherbage chimique sur culture. Il est également possible qu'une prairie temporaire de durée plus courte que les 6 années de la présente étude, conduite à un contraste plus important, comme observé dans l'étude compagne en prairie de fauche de 3 ans comparativement à la prairie de fauche de 6 ans (Gastal *et al.*, 2023).

Conclusion

La présente étude montre que sur une prairie semée, l'abondance et la diversité en adventices augmentent plus rapidement au cours des années si cette prairie est exploitée en pâturage tournant de vache laitière, à une fréquence et un chargement équilibrés, que si elle est exploitée en fauche. Si cette prairie semée est conservée sur le long terme (permanente), l'écart de diversité et d'abondance en adventices, modéré en quatrième année, devient beaucoup plus important après une dizaine d'années. Les abondances relatives des espèces adventices à port en rosette et à cycle de vie pérenne augmentent plus rapidement sur la prairie pâturée que sur la prairie fauchée. Inversement les abondances relatives en espèces à port dressé et en espèces annuelles augmentent plus rapidement sur la prairie fauchée que sur la prairie pâturée.

Si la prairie est insérée dans une rotation avec des cultures annuelles, l'arrière-effet de filtre du précédent prairie, qui se traduit par une diminution de l'abondance en adventices dans les cultures annuelles suivantes comparativement à une rotation de cultures annuelles sans phase prairie (Gastal *et al.*, 2023), apparaît plus limité si cette prairie a été pâturée que si elle a été exploitée en fauche. Concrètement, ces résultats indiquent que si on introduit des phases de prairie dans les rotations prairies-cultures annuelles dans l'objectif de diminuer la pression en adventices

durant les phases de culture, l'exploitation des prairies par la fauche est plus efficace que leur exploitation par le pâturage.

Article accepté pour publication le 30 janvier 2023

Remerciements

Le présent dispositif expérimental a été soutenu par l'infrastructure de recherche nationale ACBB, par AnaEE France (ANR-11-INBS-0001), AllEnvi, le CNRS-INSU et la Région Nouvelle-Aquitaine. Le programme de coordination et de coopération Brésilien Capes-Cofecub a contribué au financement du séjour en France de Mauricio Z. Schuster.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANGUS J.F., BOLGER T.P., KIRKEGAARD J.A., PEOPLES M.B., (2006). « Nitrogen mineralisation in relation to previous crops and pastures ». *Australian Journal of Soil Research*, 44, 355-365.
- BRETAGNOLLE V. et 35 co-auteurs, (2020). « Biodiversité en territoires de plaine et grandes cultures ». Dans rapport d'expertise « Le rôle de la biodiversité dans la fourniture de services économiques et socio-culturels en Nouvelle-Aquitaine », <https://www.eco-biose.com/rapport/>.
- BRISKE D.D., (1996). « Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In "The ecology and management of grazing systems » ». Eds Hodgson J. et Illius, A.W., *CAB International*, pp 37-68.
- BULLOCK J.M., HILL B.C., DALE M.P., SILVERTOWN J., (1994). « An experimental study of the effects of sheep grazing on vegetation change in a species-poor grassland and the role of seedling recruitment into gaps ». *Journal of Applied Ecology*, 31, 493-507.
- CREME A., RUMPEL C., MALONE S.L., SABY N.P.A., VAUDOUR E., DECAU M.L., CHABBI A., (2020). « Monitoring Grassland Management Effects on Soil Organic Carbon-A Matter of Scale ». *Agronomy*, 10(12), 2016; doi:10.3390/agronomy10122016
- CREMER S., (2014). « Le contrôle des plantes indésirables en prairies ». *Fourrages Mieux*.
- DE CAUWER B., REHEUL D., 2009. « Impact of land use on vegetation composition, diversity and potentially invasive, nitrophilous clonal species in a wetland region in Flanders ». *Agronomy and Sustainable Development*, 29, 277-285.
- DELAGARDE R., CAILLAT H., FORTIN J., (2017). « HerbValo, une méthode pour estimer dans chaque parcelle la quantité d'herbe valorisée par les ruminants au pâturage ». *Fourrages*, 229, 55-61.
- DUMONT B., TALLOWIN R.B., (2011). « Interactions between grassland management and species diversity ». Dans "Grassland productivity and ecosystem services". CABl. Lemaire G., Hodgson J., Chabbi A. éditeurs, pp 129-137.
- E-FloraSys : <http://eflorasys.univ-lorraine.fr>
- FRANZLUEBBERS A.J., (2007). « Integrated crop-livestock systems in the southeastern USA ». *Agronomy Journal*, 99, 361-372.
- GASTAL F., DECAU M.-L., TEDESCO E., (2022). « Dynamique de nutrition NPK et de production de prairies temporaires en rotation avec des cultures annuelles : enseignements de 15 années de suivi sur le dispositif observatoire de Lusignan ». *Fourrages*, 250, 49-61.
- GASTAL F., SCHUSTER M., CHARGELEGUE J., CHARRIER X., MEDIENE S., (2023). « Dynamique à long terme des adventices dans des rotations prairies-cultures. 1. Effet de la durée de la phase prairie exploitée en fauche ». *Fourrages*, 252, 41-53.
- HOPKINS A., WAINWRIGHT J., MURRAY P.J., BOWLING P.J., WEBB M., (1988). « 1986 survey of upland grassland in England and Wales: changes in age structure and botanical composition since 1970-72 in relation to grassland management and physical features ». *Grass and Forage Science*, 43, 185-198.
- HUBERT F., PIERRE P., (2019). « Guide pour un diagnostic prairial ». *Editions Quae*, 242 pages.
- JOUVEN M., BAUMONT R., (2008). « Simulating grassland utilization in beef suckler systems to investigate the trade-offs between production and floristic diversity ». *Agricultural Systems*, 96, 260-272.
- JUSTES E., THIEBEAU P., CATTIN G., LARBRE D., NICOLARDOT B., (2001). « Libération d'azote après retournement de luzerne. Un effet sur deux campagnes ». *Perspectives Agricoles*, 264, 22-28.
- KUNRATH T.R., de BERRANGER C., CHARRIER X., GASTAL F., CARVALHO P.C.F., Lemaire G., EMILE J.C., DURAND J.L., (2015). « How much do sod-based rotations reduce nitrate leaching in a cereal cropping system ? ». *Agriculture and Water Management*, 150, 46-56.
- LEMAIRE G., FRANZLUEBBERS A.J., CARVALHO P.C.F., DEDIEU B., (2014). « Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality ». *Agriculture Ecosystems and Environment*, 190, 4-8.
- LEMAIRE G., GASTAL F., FRANZLUEBBERS A.J., CHABBI A., (2015). « Grassland-cropping rotations: An avenue for agricultural diversification to reconcile high production with environmental quality ». *Environ. Manage.* doi:10.1007/s00267-015-0561-6. *Crema et al.* 2020.
- MEISS H., MEDIENE S., WALDHARDT R., CANEILL J., BRETAGNOLLE V., REBOUD X., & MUNIER-JOLAIN N., (2010). « Perennial lucerne affects weed community trajectories in grain crop rotations ». *Weed Research*, 50, 331-340. doi:10.1111/j.1365-3180.2010.00784.x
- MILLER Z.J., MENALLED F.D., Sainju U.M., LENSSEN A.W., HATFIELD P.G., (2014). « Integrating sheep grazing into cereal-based crop rotations: spring wheat yields and weed communities ». *Agronomy Journal* 107 (1), 104-112.
- OLFF H., RITCHIE M.E., (1998). « Effects of herbivores on grassland plant diversity ». *Tree*, 13(7), 261-265.
- RENNE I.J., TRACY B.F., (2013). « Disturbance intensity, timing and history interact to affect pasture weed invasion ». *Basic and Applied Research*, 14, 44-53.
- PLANTUREUX S., PEETERS A., MCCRACKEN D., (2005). « Biodiversity in intensive grasslands : effects of management, improvement and challenges ». *Agronomy Research*, 3(2), 153-164.
- RENNE I.J., TRACY B.F., (2013). « Disturbance intensity, timing and history interact to affect pasture weed invasion ». *Basic and Applied Ecology*, 14, 44-53.
- RUSSELLE M.P., ENTZ M.H., FRANZLUEBBERS A.J., (2007). « Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America ». *Agronomy Journal*, 99, 325-334.
- SCHUSTER M.Z., PELISARI A., DE MORAES A., HARRISON S.K., SULC R.M., LUSTOSA S.B.C., ANGHINONI I., CARVALHO P.C.F., (2016). « Grazing intensities affect weed seedling emergence and the seed bank in an integrated crop-livestock system ». *Agriculture Ecosystems and Environment*, 232, 232-239.
- SCHUSTER M.Z., HARRISON S.K., DE MORAES A., SULC R.M., CARVALHO P.C.F., LANG C.R., ANGHINONI I., LUSTOSA S.B.C., GASTAL F., (2018). « Effects of crop rotation and sheep grazing management on the seedbank and emerged weed flora under a no-tillage integrated crop-livestock system ». *Journal of Agricultural Science*, 156 (6), 810-820.
- TÄLLE M., FOGELFORS H., WESTERBERG L., MILBERG P., (2015). « The conservation benefit of mowing vs grazing for management of species-rich grasslands: a multi-site, multi-year field experiment ». *Nordic Journal of Botany*, 33, 761-768.
- TRACY B.F., DAVIS A.S., (2009). « Weed biomass and species composition as affected by an integrated crop-livestock system ». *Crop Science*, 49, 1523-1530.
- VERTES F., GASTAL F., DELABY L., DELAGARDE R., DIEULOT R., FALAISE D., WOILTOCK A., PIERRE P., (2022). « Trajectoires et déterminants de la pérennité de prairies semées dans le Grand-Ouest de la France ». *Fourrages*, 250, 25-38.